

joint strength between the fitting members and the shaft member is thus made equivalent to or higher than the strength of the base metal.

EP0313985B1: Method of making a camshaft (European patent)

Härle, Hans A., et al [Schwäbische Hüttenwerke Gesellschaft mit beschränkter Haftung] (December 24, 2002)

Method of making a camshaft from a blank (9) having a cam shape, the configuration of the camshaft with the cams (16) and the bearings (13) being moulded into the blank (9) by swaging and circular kneading by means of tool segments which at least partially surround the blank (9) and exert radial compressive forces thereon and thus alter the shape and the cross section of the blank (9), characterised in that, in a first step, the cam-shaped blank (9) is given an at least approximately circular shape by preforming by means of forging or hammering in the region of the bearings (13) of the camshaft, and that subsequently, in a second step, the configuration of the camshaft with the cams (16) and the bearings (13) is moulded by swaging and circular kneading by means of tool elements which at least partially surround the blank and exert radial compressive forces thereon and thus alter its shape and cross section both in the region of the bearings (13) and in the remaining regions of the camshaft.

4,953,531 CRANK ANGLE DETECTOR FOR AN ENGINE

Abe [Fuji Jukogyo Kabushiki Kaisha] (1990)

A crank angle detector for an engine includes a cam rotor plate for detecting a cylinder number to be ignited and a cam pulse sensor provided opposite thereto, a crank rotor plate for sensing a crank angle and a crank pulse sensor provided opposite thereto, and a controller for determining ignition timings of respective cylinders to control an ignition. The crank rotor plate is constituted by a rotor plate at starting for sensing a fixed ignition timing and a rotor plate for a normal operation. A pair of crank pulse sensors are provided opposite to the rotor plates, respectively. An input signal for the fixed ignition timing is mask-released only at starting. After that, input is continuously masked during normal operation.



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

AR



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 313 985 B1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **17.03.93**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: **B21K 1/08**

⑫① Anmeldenummer: **88117466.8**

⑫② Anmeldetag: **20.10.88**

⑤④ Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle.

③③ Priorität: **28.10.87 DE 3736453**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.05.89 Patentblatt 89/18**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**17.03.93 Patentblatt 93/11**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE ES FR GB IT NL SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 3 528 464**  
**DE-A- 3 631 607**  
**GB-A- 1 115 093**  
**GB-A- 2 152 858**

⑦③ Patentinhaber: **Schwäbische Hüttenwerke Ge-  
sellschaft mit beschränkter Haftung**  
**Wilhelmstrasse 67 Postfach 3280**  
**W-7080 Aalen-Wasseraffingen(DE)**

⑦② Erfinder: **Härle, Hans A., Dipl.-Ing.**  
**Röttingerstrasse 38**  
**W-7085 Bopfingen(DE)**

⑦④ Vertreter: **Lorenz, Werner, Dipl.-Ing.**  
**Fasanenstrasse 7**  
**W-7920 Heidenheim (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 313 985 B1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Nockenwelle aus einem Rohling, der eine Nockenform aufweist, und eine danach hergestellte Nockenwelle, wobei in den Rohling durch Rundhämmer bzw. Rundkneten durch Werkzeugsegmente, die den Rohling wenigstens teilweise umgeben und die radiale Druckkräfte auf diesen ausüben und dabei die Form und den Querschnitt des Rohlings verändern, die Gestalt der Nockenwelle mit den Nocken und den Lagerstellen eingeformt wird.

Nockenwellen werden im allgemeinen aus einem Werkstück zusammen mit den Lagerstellen und den auf einem Grundkörper angeordneten Nocken, z.B. durch Gießen oder Schmieden, hergestellt. An diese Herstellung schließt sich eine relativ zeit- und kostenaufwendige Bearbeitung an. So muß die Nockenwelle geschliffen, die Nocken müssen gehärtet und die Nockenwelle am Ende ausgewuchtet werden. Neben dem hohen Aufwand ist weiterhin nachteilig, daß eine Nockenwelle dieser Art aus vollem Material besteht und daher relativ schwer ist. Die Automobilindustrie fordert jedoch zunehmend leichtere Nockenwellen.

Aus diesem Grunde ist bereits vorgeschlagen worden, als Grundkörper ein Rohr zu verwenden, auf das Sinternocken aufgebracht worden sind. Auch diese Herstellungsart ist noch relativ aufwendig und hat noch nicht den gewünschten Erfolg gebracht.

In der DE-OS 35 28 464 ist ein Verfahren zum Herstellen einer Nockenwelle beschrieben, wobei ein Rohr mit einem Außenumfang gleich oder größer dem der Lagerabschnitte und/oder der Nocken verwendet und durch Rundhämmer umgeformt wird.

Neben einem kreissymmetrischen Rohr wird auch ein bereits in Nockenform gezogenes Rohr vorgeschlagen.

In der Praxis hat sich jedoch nun herausgestellt, daß ein derartiges Herstellungsverfahren nicht verwirklichtbar ist. So müßte beim Rundkneten innen und außen gegengehalten werden. Die dabei auftretenden Belastungen sind jedoch zu groß und die Dimensionierungen sind zu schwach. Außerdem würden erhebliche Probleme beim Herausheben der Gegenhalter entstehen, da diese sich nicht über die engeren Stellen der Nockenwellenlagerung herausziehen ließen. Beim Rundkneten oder Rundhämmern eines Rohlings in Oval- bzw. Nockenform trifft der Hammer zum Formen der runden Lagerstellen stets zuerst auf die erhöhte Nockenstelle, wodurch eine unkontrollierte Formung im Bereich der Lagerstellen eintreten würde. Der Rohling kann sich einbeulen und gegebenenfalls sogar umbördeln. Außerdem würde sich der Rohling in

diesem Bereich durch das einseitige Daraufschlagen durchbiegen, was zu erheblichen Problemen führen würde.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit dem die vorstehend genannten Probleme nicht auftreten, insbesondere nach dem Nockenwellen großer Festigkeit und hoher Formgenauigkeit mit geringem Aufwand hergestellt werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Rohling in Nockenform in einem ersten Schritt im Bereich der Lagerstellen der Nockenwelle durch eine Vorformung durch Schmieden oder Hämmer in eine wenigstens annähernd kreisförmige Form gebracht wird, und daß anschließend in einem zweiten Schritt sowohl im Bereich der Lagerstellen als auch in den übrigen Bereichen der Nockenwelle durch das Hämmer und Rundkneten durch Werkzeulemente, die den Rohling wenigstens teilweise umgeben und die radiale Druckkräfte auf diesen ausüben und dabei dessen Form und Querschnitt verändern, die Gestalt der Nockenwelle mit den Nocken und den Lagerstellen eingeformt wird.

Eines der wesentlichen Merkmale der Erfindung besteht nunmehr darin, daß durch die Vorformung anschließend ein wesentlich gleichmäßigeres Rundkneten bzw. Rundhämmer im Bereich der Lagerstellen vorgenommen werden kann. Die Hämmerwerkzeuge können praktisch über den gesamten Umfang angreifen, so daß es zu keinen Durchbiegungen oder zu einer einseitigen Belastung kommt. Wesentlich ist, daß durch die Vorformung aus dem Rohling im Bereich der Lagerstellen wenigstens annähernd ein kreisrunder Querschnitt erreicht wird.

Diese Vorformung kann auf beliebige Weise erfolgen, wobei man die Vorformung im allgemeinen zur Erleichterung und besseren Verformung im warmen Zustand durchführen wird.

In vorteilhafter Weise wird man die Vorformung so durchführen, daß der dabei erzielte Durchmesser etwas größer ist als der Enddurchmesser der Lagerstellen. Bei dem anschließenden Rundhämmern bzw. Rundkneten wird dann der endgültige Durchmesser der Lagerstellen sehr exakt hergestellt. Ebenso werden die Nocken entsprechend exakt auf Maß gebracht, wobei das verdrängte Material entweder in die Wandstärke oder in die Länge der Nockenwelle eingeht, wobei auch eine Kombination möglich ist.

Ggf. ist es nicht notwendig, daß der gesamte Rohling erwärmt wird. Eine partielle Erwärmung im Bereich der vorzuformenden Lagerstellen ist ggf. ausreichend. Hierfür können Schmiedepressen oder Schmiedehämmer verwendet werden.

Der Rohling in Nockenform kann aus einem Rohr hergestellt sein, das durch Pressen in die Nockenform umgewandelt wird.

In vorteilhafter Weise wird man einen Rohling mit einem Außendurchmesser verwenden der etwas größer ist als der größte Durchmesser bzw. Querschnitt der fertiggestellten Nockenwelle. Dies gilt insbesondere für den Nockenbereich.

Damit eine optimale Gewichtsersparnis erreicht wird, kann vorgesehen sein, daß die Durchmesser- verhältnisse und die Formkräfte so aufeinander ab- gestimmt sind, daß neben einem hohlen Rohr mit hohlen Lagerstellen auch die Nocken wenigstens teilweise im Inneren hohl verbleiben.

Im allgemeinen wird man aus dem Rohling in Nockenform die Nocken beim Rundkneten alle in einer Ebene bzw. einer Flucht kneten, wonach anschließend in einem dritten Schritt die Nockenwelle einem Twistvorgang unterworfen wird, um die Nok- ken in die gewünschten Lagen zu drehen.

Im Vergleich zu vollwandigen, geschmiedeten oder gegossenen Nockenwellen kann eine Ge- wichtsminderung von bis zu 50 % erreicht werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die erfin- dungsgemäß hergestellte Nockenwelle geringere Auswirkungen bezüglich Massenunwuchten zeigt.

Trotz ihrer Leichtgewichtigkeit und ihrer Her- stellung aus einem Rohr ist die Nockenwelle relativ steif und verwindungsfest. Es wurde nämlich fest- gestellt, daß gerade in den Bereichen, die beson- ders wichtig bzw. besonders belastet sind, Materi- alverstärkungen durch das Rundkneten bzw. Rund- hämmern erreicht wird.

Ein weiterer großer Vorteil durch das erfin- dungsgemäße Rundkneten liegt darin, daß man die Formgebung der Nockenwelle leichter an die an sie gestellten Anforderungen anpassen kann. So kön- nen z.B. die Seiten der Nocken mit besseren Über- gängen zur Nockenwelle versehen werden. Im Un- terschied zu einer spanabhebenden Bearbeitung der Nockenwelle wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren in den Faserverlauf nicht eingegriffen.

Durch das Rundkneten und insbesondere durch das Rundhämmern wird eine Materialverbes- serung erreicht, wodurch ggf. als Ausgangsmaterial für die Nockenwelle ein einfacheres und damit billi- ger Material verwendet werden kann, das an- schließend durch die Bearbeitung eine höhere Här- te bzw. Festigkeit erreicht.

Nachfolgend ist anhand der Zeichnung das er- findungsgemäße Herstellungsverfahren prinzipiä- ßig beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1: ein Werkzeug zur Herstellung einer Nockenwelle in schematischer Dar- stellung

Fig. 2: einen Längsschnitt (ausschnittsweise) in vergrößerter Darstellung mit zwei

Werkzeugen und einem Rohling

Fig. 3: eine Nockenwelle in Seitenansicht

Fig. 4: Stirnansicht eines Rohlings in Nok- kenform.

Ein Rohling in Nockenform, wie er in der Fig. 4 dargestellt ist, dient als Ausgangsmaterial. Der Rohling in dieser Form kann z.B. aus einem Rohr mit einem kreisrunden Querschnitt hergestellt sein, das z.B. durch Pressen in die Nockenform überge- führt worden ist. Als Rohr kann dabei sowohl ein nahtloses als auch ein geschweißtes Rohr einge- setzt werden. Selbstverständlich kann jedoch auch ein auf beliebige Weise hergestellter Rohling ver- wendet werden, der bereits zu Beginn eine Nok- kenform aufweist.

In einem ersten Verfahrensschritt wird nun der Rohling in Nockenform an den Stellen, an denen die Lagerstellen der Nockenwelle angeordnet bzw. in die diese eingeformt werden sollen, vorgeformt. Ggf. durch eine lediglich partielle Erwärmung in diesem Bereich wird durch zweiteilige Gesenkham- mer die Nockenform in eine kreisrunde Durchmes- serform an den Lagerstellen umgeformt. Ebenso kann diese Umformung durch ein Warmschmieden erreicht werden.

Anschließend erfolgt in einem zweiten Schritt das Hämmern und Rundkneten.

Das Arbeitsverfahren, der Umformvorgang und das Funktionsprinzip des Rundknetens, welches ein Freiformen zur Querschnittsverminderung in Stä- ben und Rohren mit zwei oder mehreren Werkzeu- gen ist, die den zu vermindern Querschnitt ein- es Werkstückes ganz oder teilweise umschließen, ist allgemein bekannt, weshalb es nachfolgend nur kurz beschrieben wird. Im Kopf einer Hammerwelle 1 befinden sich schlitzförmige Aussparungen, wel- che zur Aufnahme der eigentlichen Hammerwerk- zeuge 2 dienen. Die Hammerwerkzeuge werden über Hammerstößel 4 mit dazwischenliegenden Ausgleichsplatten 3 bewegt.

Der für die Umformung des Werkstückes 9 erforderliche Hammerhub entsteht durch eine Überhöhung an einer Abrollbahn 5 der Hammer- stößel 4.

Ein Rollenkäfig 6 ist frei drehbar zwischen der Hammerwelle 1 und einem äußeren Haltering 8 angeordnet. Druckrollen 7 sind in Aufnahmebohrun- gen des Rollenkäfigs 6 gelagert.

Bei einer rotierenden Hammerwelle 1 werden nun die Hammerwerkzeuge 2 über die Stößel 4 durch Fliehkraft nach außen geführt. Im Falle einer stehenden bzw. langsam drehenden Hammerwelle kann diese Öffnungsbewegung auch von Federn übernommen werden.

Bei einer rotierenden Hammerwelle wälzen sich die Hammerstößel 4 mit ihrer Abrollbahn 5 an den Druckrollen 7 ab und übermitteln somit dem Rollenkäfig 6 eine Relativbewegung im gleichen

Drehsinn, jedoch entsprechend langsamer als die Hämmerwelle selbst. Bei jedem Durchgang der Hämmerstößel 4 unter den Druckrollen 7 erfolgt ein Druckimpuls radial nach innen, der sich als Umformkraft auf die Hämmerwerkzeuge 2 und somit auf das Werkstück überträgt.

In einer anderen Ausgestaltung kann der Haltering 8 rotieren, wobei die Hämmerwelle 1 entweder still steht oder mit langsamer Drehzahl gleich bzw. gegensinnig angetrieben wird.

Art und Ausgestaltung des Werkzeuges richten sich nach dem Einsatzfall und nach der Art des zu bearbeitenden Werkstückes, welches im vorliegenden Falle eine Nockenwelle ist.

In der Fig. 2 ist prinzipmäßig der vorgeformte Rohling dargestellt, in dessen Inneren bei Bedarf ein Dorn 10 angeordnet sein kann.

Das Werkstück wird dabei in axialer Richtung zwischen die Hämmerwerkzeuge 2 eingeschoben.

Dadurch, daß beim Rundkneten im Bereich der Lagerstellen durch die Vorformung bereits ein kreisrunder Durchmesser vorliegt, läßt sich auch in diesem Bereich ein Hämmern und Rundkneten in die gewünschte Form mit den daraus sich ergebenden Vorteilen erreichen.

In der Fig. 3 sind die einzelnen Verfahrensschritte anhand einer Seitenansicht einer Nockenwelle (ausschnittsweise) dargestellt.

Ausgehend von einem Rohling 9, wie er in der Fig. 4 dargestellt ist und der eine Nockenform aufweist (siehe die beiden äußeren gestrichelten Linien 11 und 12), wird in einem ersten Schritt eine Umformung der Nockenform im Bereich der Lagerstellen 13 vorgenommen und zwar bis zu einem Durchmesser, der geringfügig größer ist als der Enddurchmesser der Lagerstellen. Der vergrößerte Durchmesser ist durch die gestrichelten Linien 14 und 15 dargestellt. Die ausgezogenen Linien der Nockenwelle stellen die Enddurchmesser bzw. Endquerschnitte dar. Wenn der Rohling 9 in Nockenform einen geringfügig größeren Durchmesser als der größte Durchmesser bzw. Querschnitt der fertiggestellten Nockenwelle aufweist, sind ggf. die beiden gestrichelten Linien 11 und 12 noch etwas außerhalb der Nocken 16, die in diesem Falle auf den Enddurchmesser in der ausgezogenen Linie geknetet werden.

Eine Vorformung in dem angegebenen Sinne kann ggf. auch für Teile der Nockenwelle vorgenommen werden, die sich zwischen Lagerstellen 13 und Nocken 16 befinden und die ebenfalls einen runden Querschnitt im Endzustand aufweisen sollen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Nockenwelle aus einem Rohling (9), der eine Nockenform

aufweist, wobei in den Rohling (9) durch Rundhämmern und Rundkneten durch Werkzeugsegmente, die den Rohling (9) wenigstens teilweise umgeben und die radiale Druckkräfte auf diesen ausüben und dabei die Form und den Querschnitt des Rohlings (9) verändern, die Gestalt der Nockenwelle mit den Nocken (16) und den Lagerstellen (13) eingeformt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rohling (9) in Nockenform in einem ersten Schritt im Bereich der Lagerstellen (13) der Nockenwelle durch eine Vorformung durch Schmieden oder Hämmern in eine wenigstens annähernd kreisförmige Form gebracht wird, und daß anschließend in einem zweiten Schritt sowohl im Bereich der Lagerstellen (13) als auch in den übrigen Bereichen der Nockenwelle durch das Hämmern und Rundkneten durch Werkzeugelemente, die den Rohling wenigstens teilweise umgeben und die radiale Druckkräfte auf diesen ausüben und dabei dessen Form und Querschnitt verändern, die Gestalt der Nockenwelle mit den Nocken (16) und den Lagerstellen (13) eingeformt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rohling (9) aus einem Rohr gebildet wird, das in eine Nockenform umgewandelt worden ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umwandlung in die Nockenform durch Pressen erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorformung im warmen Zustand durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der bei der Vorformung erzielte Durchmesser größer ist als der Enddurchmesser der Lagerstellen (13).
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Rohling (9) mit einem Außendurchmesser verwendet wird, der etwas größer als der größte Durchmesser bzw. Querschnitt der fertiggestellten Nockenwelle ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchmesserhältnisse und die Formkräfte so aufeinander abgestimmt sind, daß neben einem hohlen Rohr mit hohlen Lagerstellen (13) auch die Nocken (16) wenigstens teilweise im Inneren hohl verbleiben.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nockenwelle in einem dritten Schritt einem Twistvorgang unterworfen wird, um die Nocken (16) in die gewünschten Lagen zu drehen.

#### Claims

1. Method of making a camshaft from a blank (9) having a cam shape, the configuration of the camshaft with the cams (16) and the bearings (13) being moulded into the blank (9) by swaging and circular kneading by means of tool segments which at least partially surround the blank (9) and exert radial compressive forces thereon and thus alter the shape and the cross section of the blank (9), characterised in that, in a first step, the cam-shaped blank (9) is given an at least approximately circular shape by preforming by means of forging or hammering in the region of the bearings (13) of the camshaft, and that subsequently, in a second step, the configuration of the camshaft with the cams (16) and the bearings (13) is moulded by swaging and circular kneading by means of tool elements which at least partially surround the blank and exert radial compressive forces thereon and thus alter its shape and cross section both in the region of the bearings (13) and in the remaining regions of the camshaft.
2. Method according to claim 1, characterised in that the blank (9) is formed from a tube which is converted into a cam shape.
3. Method according to claim 2, characterised in that it is converted into the cam shape by pressing.
4. Method according to claim 1, characterised in that the preforming is carried out under heat.
5. Method according to claim 1 or claim 4, characterised in that the diameter obtained upon preforming is larger than the final diameter of the bearings (13).
6. Method according to one of claims 1 - 5, characterised in that the blank (9) used has an outer diameter which is slightly larger than the largest diameter or cross section of the finished camshaft.
7. Method according to one of claims 1 - 6, characterised in that the diameter ratios and the moulding forces are adapted to one another in such a manner that, in addition to a hollow tube with hollow bearings (13), the

cams (16) also remain at least partially hollow in the interior.

8. Method according to one of claims 1 - 7, characterised in that, in a third step, the camshaft is subjected to a twisting process in order to rotate the cams (16) into the desired positions.

#### Revendications

1. Procédé de fabrication d'un arbre à cames à partir d'une ébauche (9) qui présente une forme de came, dans lequel la configuration de l'arbre à cames, avec les cames (16) et les zones de paliers (13), est formée sur l'ébauche (9) par martelage en rond et pétrissage en rond au moyen de segments d'outils qui entourent au moins partiellement l'ébauche (9) et qui exercent sur elle des forces radiales de compression et modifient ainsi la forme et la section transversale de l'ébauche (9), **caractérisé** en ce que, dans une première étape, l'ébauche (9) en forme de came est mise à une forme au moins approximativement circulaire dans les zones de paliers (13) de l'arbre à cames au moyen d'un préformage par forgeage ou martelage, et en ce qu'ensuite, dans une deuxième étape, la configuration de l'arbre à cames, avec les cames (16) et les zones de paliers (13), est formée aussi bien dans les zones de paliers (13) que dans les autres zones de l'arbre à cames par le martelage et pétrissage en rond au moyen d'éléments d'outils qui entourent au moins partiellement l'ébauche et qui exercent sur elle des forces radiales de compression et modifient ainsi sa forme et sa section transversale.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé** en ce que l'ébauche (9) est faite d'un tube qui a été transformé pour présenter une forme de came.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé** en ce que la transformation à la forme de came est effectuée par pressage.
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé** en ce que le préformage est effectué à chaud.
5. Procédé selon la revendication 1 ou 4, **caractérisé** en ce que le diamètre obtenu par le préformage est plus grand que le diamètre final des zones de paliers (13).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé** en ce qu'on utilise une ébauche

(9) ayant un diamètre extérieur un peu plus grand que le diamètre maximal ou la section maximale de l'arbre à cames fini.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé** en ce que les rapports de diamètres et les forces de formage sont accordés mutuellement de telle manière qu'en plus d'un tube creux formant des zones de paliers creuses (13), les cames (16) restent aussi au moins partiellement creuses à l'intérieur. 5 10
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé** en ce que, dans une troisième étape, l'arbre à cames est soumis à une opération de torsion pour faire tourner les cames (16) jusqu'aux positions voulues. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

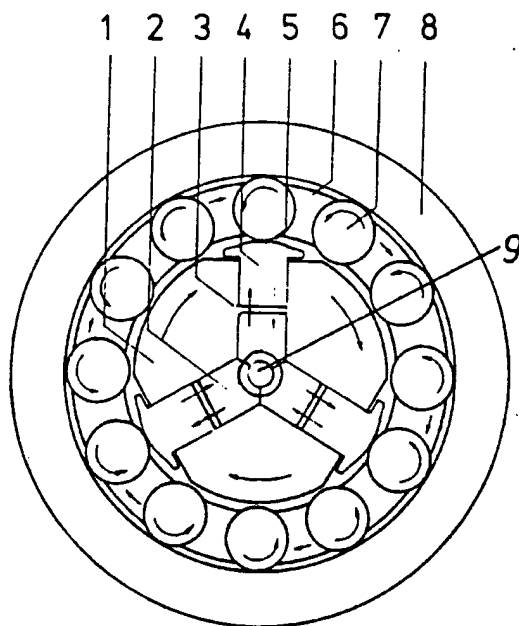


Fig. 1

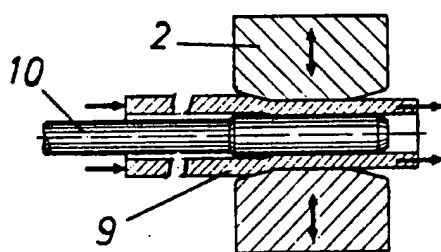


Fig. 2



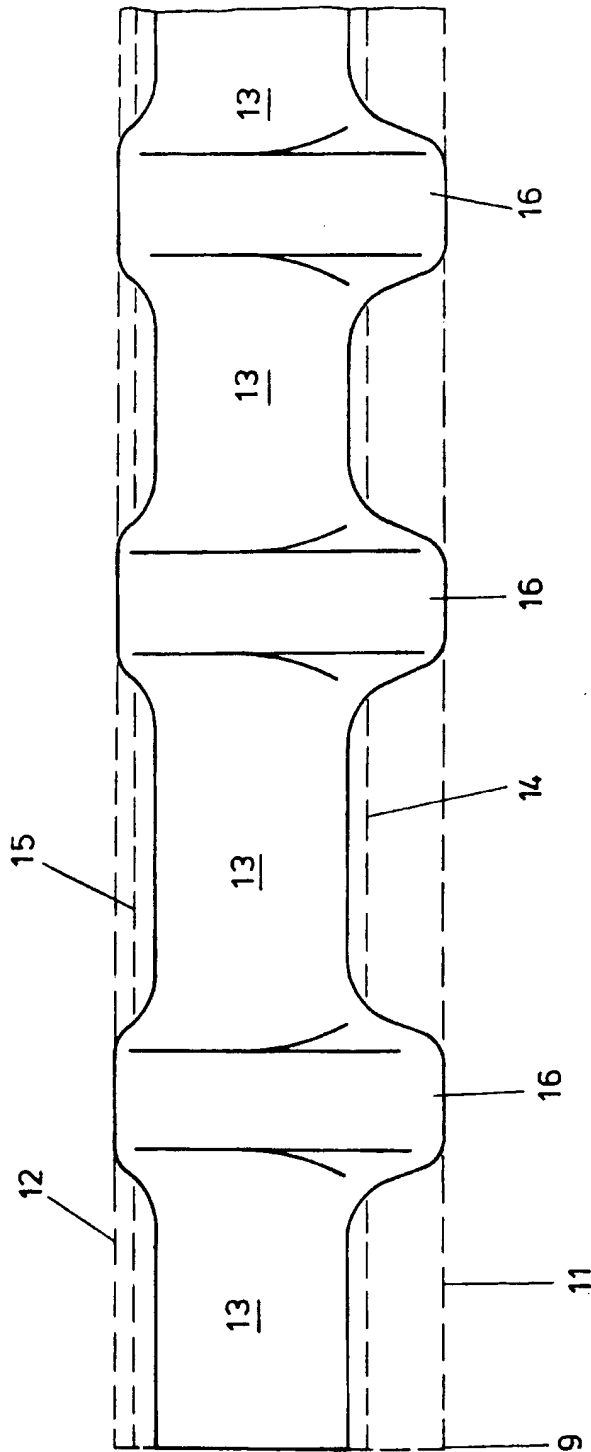


Fig. 3

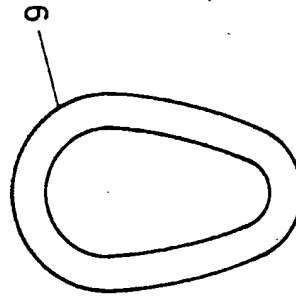


Fig. 4